

KAJIAN LAJU PEMURNIAN SUNGAI CIPINANG BAGIAN HULU BERDASARKAN PARAMETER DO DAN BOD

Melati Ferianita Fachrul, Diana Hendrawan, Freddy Prasetyo

Jurusan Teknik Lingkungan, FALTL, Universitas Trisakti, Jl Kyai Tapa No.1, Jakarta 11440, Indonesia

melati@trisakti.ac.id

Abstrak

Sungai Cipinang adalah salah satu sungai yang mengalir di Kota Jakarta. Hulu sungai dari Situ Jatijajar, Kecamatan Cibinong, mengalir melalui Kotamadya Depok dan bermuara ke Teluk Jakarta. Penelitian ini dilakukan di segmen bagian Hulu Sungai Cipinang yaitu mulai dari Situ Jatijajar melalui Kotamadya Depok sampai dengan daerah Cibubur Jakarta Timur. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik, kualitas dan laju pemurnian alami Sungai Cipinang berdasarkan nilai koefisien peluruhan beban pencemar (Kd), koefisien pengendapan beban pencemar (Ks), dan koefisien reaerasi oksigen (Ka), ditinjau berdasarkan parameter DO dan BOD. Metode pengambilan contoh air dilakukan pada titik-titik yang ditentukan berdasarkan kondisi lingkungan sekitarnya. Parameter yang diukur di lokasi penelitian adalah debit, temperatur, kecepatan arus, kedalaman sungai, lebar sungai, pH dan DO. Parameter yang diukur di laboratorium adalah BOD. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap Koefisien Peluruhan (Kd), Koefisien Pengendapan (Ks) dan Koefisien reaerasi oksigen (Ka). Hasil pengukuran dan perhitungan kualitas air Sungai Cipinang diperoleh kisaran nilai DO 2,5 mg/l sampai 3,4 mg/l; dan kisaran nilai BOD 46,6 mg/l sampai 60,3 mg/l. Koefisien Peluruhan Kd adalah 1,000 sampai 0,998, Koefisien Pengendapan (Ks) adalah 0,118 sampai 0,250; Koefisien reaerasi oksigen (Ka) adalah 2,531 sampai 9,781. Hasil dari penelitian ini simpulkan bahwa laju pemurnian Sungai Cipinang bagian Hulu termasuk dalam kategori kritis dimana mikroorganisme yang diperlukan untuk pemurnian perairan sungai tersedia namun pada tingkat yang tidak besar.

Abstract

Study of purification rate of Cipinang River Upstream Based on DO and BOD Parameters. Cipinang River is one of the rivers that flow in Jakarta the city. The upstream of river is from of Jatijajar, Cibinong District flowing through the Municipality of Depok and empties into the Jakarta Bay. This research was conducted in the segment that is part of the Upsteam of Cipinang River ranging from Situ Jatijajar through Depok Municipality until Cibubur East Jakarta. The purpose of this study to determine the characteristics, quality and rate of natural purification of Cipinang River based pollutant load decay coefficient (Kd), pollutant load deposition coefficient (Ks), and oxygen reaeration coefficient (Ka), was reviewed based on the parameters DO and BOD. The method of water sampling was done at points determined by the condition of the surrounding environment. Parameters measured at the study site were debit, temperature, flow velocity, water depth, river width, pH and DO. The parameters measured in the laboratory was BOD. Further was calculated on the decay coefficient (Kd), sedimentation coefficient (Ks) and oxygen reaeration coefficient (Ka). Results of water quality measurements and calculation of the range of values obtained Cipinang River DO 2.5 mg/l to 3.4 mg/l; and the range of BOD values of 46.6 mg/l to 60.3 mg/l. Decay coefficient (Kd) was 1,000 to 0,998, sedimentation coefficient (Ks) was 0.118 to 0.250; Oxygen reaeration coefficient (Ka) was 2.531 to 9.781. The results of this study concluded that the rate of purification Cipinang River upstream part is included in the critical category in which microorganisms are required for purification of river waters are available but at a level that is not great.

Kata kunci : DO, BOD, Kd, Ks, Ka

1. Pendahuluan

Sungai Cipinang merupakan salah satu dari 13 Sungai di DKI Jakarta yang mengalir melewati Kotamadya Jakarta Timur sepanjang kurang lebih 12 km dengan hulu sungai Situ Jatijajar Kotamadya Depok Kecamatan Cibinong dan bermuara di perairan Teluk Jakarta. Sungai Cipinang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas seperti pertanian, perikanan, perkebunan, permukiman, dan industri. Kondisi Sungai Cipinang banyaknya penduduk yang tinggal di tepi pinggir sungai. Dalam pengalirannya sungai ini melalui Perumahan Jatijajar Estate Kecamatan Cibinong, Perumahan Raya Nangka Cimanggis Kecamatan Depok, Perumahan Bumi Cimanggis Indah Kecamatan Depok, Gas Alam Kecamatan Sukatani, Radar Auri Kecamatan Cibubur, Cibubur Raya Kecamatan Pasar Rebo.

Akibat masuknya air limbah buangan secara berlebihan dari berbagai kegiatan kualitas dan daya pemulihan alamiah air sungai Cipinang semakin menurun.

Salah satu pencemar yang disebabkan oleh air buangan domestik maupun air buangan industri adalah zat organik. Tanda-tanda fisik yang tampak terhadap pencemaran air sungai di perairan adalah penurunan kualitas air sungai yang dapat diketahui berdasarkan terjadinya perubahan warna, bau, suhu, dan perubahan kekentalan (*viscosity*) air sungai. Hal ini tentu akan menyebabkan kehidupan biota yang ada dalam perairan sungai terganggu.

Tujuan dari penelitian ini:

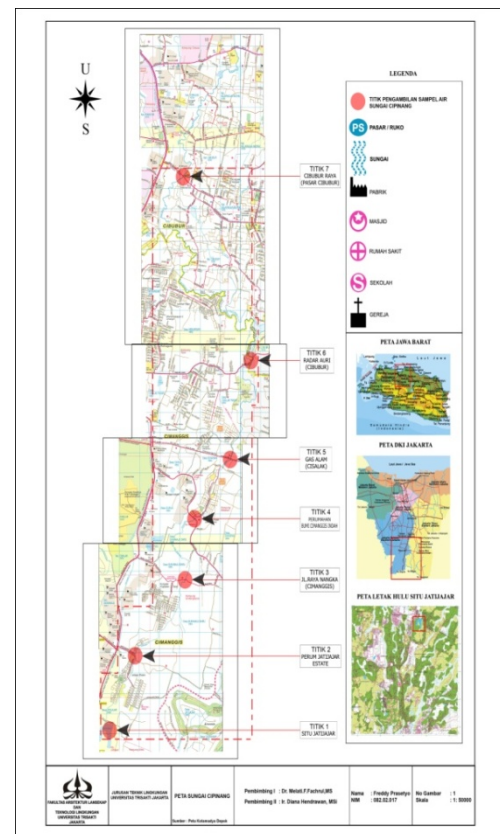
1. Mengetahui karakteristik dan kualitas air Sungai Cipinang pada bagian hulu berdasarkan parameter DO dan BOD dan dibandingkan dengan baku mutu sesuai peruntukannya.
2. Mengetahui laju pemurnian alami Sungai Cipinang berdasarkan nilai Koefisien Peluruhan beban pencemar (Kd), Koefisien Pengendapan beban pencemar (Ks) dan Koefisien Reaerasi Oksigen (Ka).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2008 sampai dengan Januari 2009, di Sungai Cipinang bagian hulu mulai dari daerah Situ Jatijajar Kecamatan Cibinong sampai dengan daerah Cibubur (Gambar 1).

Pengambilan sampel air sesaat (*grab sample*), yang diambil secara langsung dari badan air sebanyak 7 (tujuh) titik pengambilan sampel sepanjang ± 12 km.

Pengukuran debit, temperatur, kecepatan arus, kedalaman sungai, lebar sungai dan pH serta konsentrasi DO dan BOD.



Gambar 1. Sungai Cipinang Bagian Hulu
Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel pada Sungai Cipinang

Titik Sampling	Titik Samplingi	Koordinat	
		LS	BT
1	Situ Jatijajar Depok (Hulu Sungai Cipinang)	6°25'22.83"	106°51'35.22"
2	Perumahan Jatijajar Estate	6°25'40.50"	106°52'29.06"
3	Jl. Raya Nangka (Kecamatan Cimanggis)	6°24'59.69"	106°52'21.66"
4	Bumi Cimanggis Indah (Kecamatan Cimanggis)	6°23'29.78"	106°52'25.19"
5	Bumi Cimanggis Indah (Kecamatan Cimanggis)	6°23'14.46"	106°52'47.44"
6	Radar AURI	6°22'25.03"	106°52'59.52"
7	Cibubur	6°21'57.08"	106°52'47.60"

Sumber: Google Earth, 2008.

Data yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 macam, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan, meliputi debit, suhu, kecepatan arus, kedalaman, pH,

dan Oksigen Terlarut (DO). Serta data yang dianalisis di Laboratorium yaitu BOD. (Tabel 2)

Pengumpulan data sekunder yakni data yang mempengaruhi kualitas perairan, seperti jumlah penduduk, jenis kegiatan dan golongan industri di sepanjang aliran sungai Cipinang.

Tabel 2. Parameter yang digunakan sebagai data primer

No	Parameter	Satuan	Alat	Jenis Pengukuran
1.	Debit	m ³ /dtk	Debit <i>Current Meter</i>	<i>Institu</i>
2.	Jarak	M	GPS	<i>Insitu</i>
3.	Suhu	°C	Termometer	<i>Institu</i>
4.	Kecepatan Arus	m/dtk	<i>Floating Dredge</i>	<i>Institu</i>
5.	Kedalaman	M	Tali sounding	<i>Institu</i>
6.	pH		pH meter	<i>Institu</i>
7.	Oksigen Terlarut	mg/L	DO meter	<i>Institu</i>
8.	BOD	mg/L	Botol Winkler	<i>Eksitu</i>

Data Sekunder:

1. Peta topografi Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipinang, dari BAKOSURTANAL
2. BPS, untuk mendapatkan data penduduk perkecamatan dan jenis kelamin, jumlah industri perkecamatan yang di lalui Sungai Cipinang khususnya segmen hulu.
3. Peraturan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta yang berkaitan dengan pengendalian pencemaran air yaitu Keputusan Gubernur Kepala Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta No. 582 Tahun 1995, tentang Peruntukan dan baku mutu air sungai atau badan air serta baku mutu limbah cair di wilayah DKI Jakarta.

Analisis Data

Pengolahan data hasil analisis DO dan BOD berdasarkan hasil uji laboratorium :

- Perhitungan BOD ultimate untuk mengetahui Kd dan Ka.
- Perhitungan konsentrasi campuran BOD dan DO yang masuk ke dalam perairan di setiap titik sampling.

Koefisien Peluruhan, Pengendapan dan Reaerasi Metode Streeter-Phelps

1. Koefisien Peluruhan (Kd)

Kd adalah konstanta dekomposisi di sungai untuk mengetahui konsentrasi BOD atau materi organik yang terdekomposisi terhadap waktu, serta dapat memprediksi dampak sebaran limbah di sungai dengan rumus:

$$\begin{aligned} kd &= na + b \Sigma y - \Sigma y' = 0 \\ a \Sigma y + b \Sigma y^2 - \Sigma yy' &= 0 \end{aligned}$$

Dimana: n = Jumlah data yang diolah; a = -bL; b = -k (base e); L = -a/b; y = y_t, mg/l ; y' = (y_{n+1} - y_{n-1}) / 2Δt

2. Koefisien Pengendapan (Ks)

Adalah konstanta pengendapan di sungai untuk mengetahui laju pengendapan partikel pada kedalaman sungai dengan rumus:

$$ks = \frac{Vs}{H}$$

Dimana: ks = Konstanta pengendapan di sungai (d⁻¹) atau settling rate (k₃); Vs= Kecepatan pengendapan BOD dispersi; H = kedalaman (m)

3. Koefisien Reaerasi Oksigen (Ka)

Ka adalah konstanta reaerasi untuk mengetahui pemenuhan oksigen di dalam air dengan rumus:

$$ka = 3,9 \frac{V^{0,5}}{H^{1,5}}$$

Dimana: ka = Koreksi koefisien Do remain; V = kecepatan; H = kedalaman (m)

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3. Aktivitas dan Kondisi Lokasi Penelitian

No	Titik Sampling	Kegiatan yang ada di sekitar titik sampling	Kondisi Lokasi Penelitian
1	Situ JatiJajar	Perikanan, perkebunan, pemancingan.	Pepohonan, aliran deras, warna air relatif masih jernih.
2	Perumahan JatiJajar estate	Perumahan penduduk, tempat ibadah.	Pepohonan, aliran deras, warna air keruh.
3	Raya Nangka Cimanggis	Kawasan industri, kantor Kecamatan, perumahan penduduk.	Pepohonan, sampah yang menumpuk, warna air keruh.
4	Perumahan Bumi Cimanggis Indah	Perumahan penduduk, pertokoan, industri kecil dan besar.	Pepohonan, warna air keruh kecoklatan, arus deras, sampah yang menumpuk.
5	Gas Alam Sukatani	Perumahan penduduk, pertokoan.	Pepohonan, sampah yang menumpuk, warna air hitam keruh, arus lambat.
6	Radar Auri Cibubur	Perumahan, perkebunan, bengkel cuci kendaraan.	Pepohonan, sampah terapung di badan air, warna air cokelat keruh, arus air lambat
7	Cibubur	Perumahan, pasar, pertokoan.	Pepohonan, sampah terapung di badan air, Jembatan pipa PDAM, warna air hitam keruh.

Tabel 4. Karakteristik Fisik Sungai Cipinang Bagian Hulu

Karakteristik Sungai Cipinang Bagian Hulu			
Stasiun	Kecepatan Debit Arus (m/dtk)	Kedalaman (m)	Lebar Sungai (m)
1	0,26	0,85	9
2	0,22	0,47	6
3	0,24	0,65	8
4	0,30	0,60	7
5	0,32	0,65	8,5
6	0,35	0,70	7
7	0,40	0,40	7,5

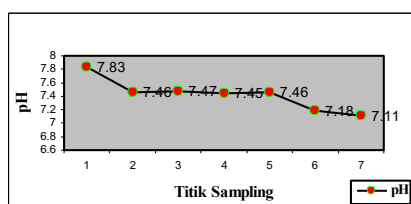
Kecepatan Arus Sungai

Kecepatan arus (*Velocity*) suatu badan air berpengaruh terhadap kemampuan badan air tersebut untuk mengasimilasi dan mengangkut bahan pencemar. Pengetahuan akan kecepatan arus digunakan untuk memperkirakan waktu bahan pencemar akan mencapai suatu lokasi tertentu, apabila bagian hulu suatu badan air mengalami pencemaran. Kecepatan arus dinyatakan dalam satuan m/detik.

Tabel 5. Kualitas Air di Sungai Cipinang Bagian Tengah

Stasiun	Fisik		Kimia	
	pH	Suhu (°C)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)
1	7,83	29,8	3,4	48,5
2	7,46	28,6	3,0	54,4
3	7,47	32,3	2,9	56,2
4	7,45	32,7	3,1	46,6
5	7,46	32,9	2,7	50,2
6	7,18	34,2	2,8	52,0
7	7,11	35,0	2,5	60,3

pH Sungai Cipinang



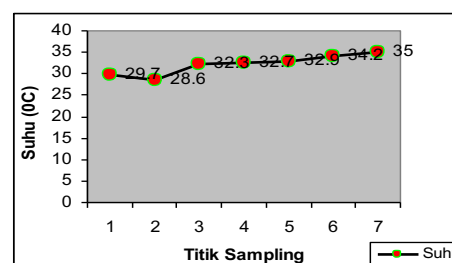
Gambar 2. Grafik pH Sungai Cipinang

pH sangat berpengaruh terhadap sungai dan biota akuatik yang ada di sungai tersebut, sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8.5. Semakin tinggi pH, semakin tinggi nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas di dalam sungai. Hasil

pemantauan pH di lapangan terlihat pada (Tabel 5 dan Gambar 2), pada pH titik 1, 7.83. pH tertinggi terdapat di titik 1 (Situ Jatijajar Depok), yang merupakan hulu dari Sungai Cipinang.

Sedangkan pH terendah terdapat di titik 7 adalah 7.11 di lokasi (Cibubur Raya), dekat Pasar. Nilai pH titik 1, 7.83 ini disebabkan karena pada daerah Hulu Sungai Cipinang belum banyak aktifitas kegiatan manusia di sekitarnya, dibandingkan dengan hasil pengukuran 7, 7.11 ini disebabkan banyak terdapat limbah buangan organik dan anorganik dari kegiatan manusia. Jika di bandingkan dengan pH baku mutu perairan yaitu 6-9, Sungai Cipinang Bagian Hulu masih sesuai dengan baku mutu untuk perairan.

Suhu Sungai Cipinang



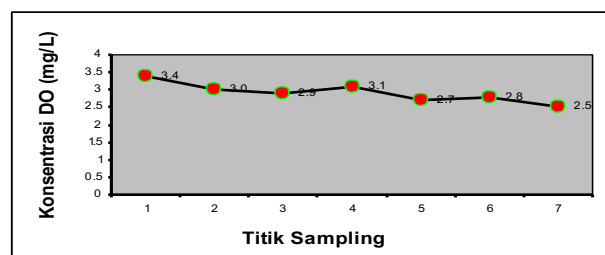
Gambar 3. Grafik Suhu Sungai Cipinang

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses kehidupan di perairan sungai. Suhu berpengaruh terhadap kadar oksigen di dalam sungai (Sunu, 2001). Kenaikan suhu air akan berakibat :

- Jumlah Oksigen terlarut di dalam air menurun.
- Kecepatan reaksi kimia meningkat.
- Kehidupan biota air terganggu.
- Kematian ikan dan hewan air lainnya.

DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen di sungai sebagian besar berasal dari atmosfer dan dari fotosintesis tumbuhan. Kurangnya kadar Oksigen Terlarut di perairan dapat di sebabkan antara lain proses biodegradasi, proses nitrifikasi, pernafasan hewan, tanaman air dan lain-lain



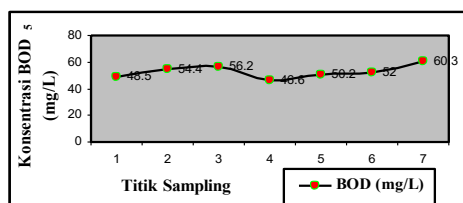
Gambar 3. Grafik Konsentrasi DO Sungai Cipinang

Hasil pemantauan nilai DO (Tabel 5 dan Gambar 3) pada 7 titik sampling memperlihatkan nilai DO

terbesar pada titik 1 yaitu 3.4 mg/L dan nilai DO terkecil terdapat pada titik 7 yaitu 2.5 mg/L. Besarnya konsentrasi DO di suatu perairan dipengaruhi oleh besarnya nilai konstanta reaerasi oksigen di perairan tersebut. Konstanta ini juga dipengaruhi oleh kecepatan dan kedalaman aliran sungai. Pada kecepatan yang tinggi dan kedalaman yang rendah, nilai konstanta reaerasi oksigen menjadi tinggi sehingga konsentrasi DO menjadi naik (Hefni Effendi, 2003).

BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD merupakan suatu proses oksidasi biologis yang memanfaatkan DO oleh bakteri aerobik dalam menguraikan zat-zat organik menjadi CO₂.



Gambar 4. Konsentrasi BOD Sungai Cipinang

Dari hasil pemantauan seperti terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 4 bahwa nilai BOD₅ tertinggi pada titik 7 yaitu 60,3 mg/L dan nilai BOD₅ terendah terdapat pada titik 4 yaitu 46,6 mg/L. Analisis ini menunjukkan adanya peningkatan degradasi pencemaran zat organik dan peningkatan BOD₅. Pada titik sampling 4 BOD₅ rendah kemudian mengalami peningkatan pada titik 7, karena banyaknya kegiatan manusia di sekitar aliran sungai.

Pemurnian Alami Sungai Cipinang

Pemurnian alami Sungai Cipinang dipengaruhi oleh koefisien peluruhan beban pencemar, pengendapan beban pencemar, dan reaerasi tertera pada Tabel 6, 7, dan 8. Berikut ini adalah nilai koefisien peluruhan beban pencemar, untuk mengetahui konsentrasi BOD atau materi organik yang terdekomposisi terhadap waktu.

Tabel 6. Nilai Koefisien Peluruhan Beban Pencemar (Kd)

No	Titik Sampling	Nilai Kd/hari
1	Situ Jatijajar Depok (Hulu Sungai Cipinang)	0,999
2	Perumahan Jatijajar Estate	0,999
3	Jl. Raya Nangka-Cimanggis (Kec.Cimanggis)	0,999
4	Bumi Cimanggis Indah (Kec. Cimanggis)	1,000
5	Gas Alam	0,999
6	Radar Auri (Cibubur)	0,999
7	Cibubur	0,998

Nilai Kd menunjukkan besarnya laju penguraian bahan organik oleh Mikroorganisme aerob dalam perairan. Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa nilai Kd bahwa nilai terbesar ada pada titik 4 yang berlokasi di Perumahan Bumi Cimanggis Indah yaitu 1,000. Kemudian nilai yang terendah terdapat pada titik 7 berlokasi di Cibubur sebesar 0,998. Nilai Kd ini dipengaruhi oleh suhu perairan, pH dan nilai koefisien pengendapan beban pencemar. Pengaruh peningkatan Kd ini akan menyebabkan penurunan BOD di sepanjang aliran.

Tabel 7. Nilai Koefisien Pengendapan Beban Pencemar (Ks)

No	Titik Sampling	Nilai Ks/hari
1	Situ Jatijajar Depok (Hulu Sungai Cipinang)	0,118
2	Perumahan Jatijajar Estate	0,213
3	Jl. Raya Nangka-Cimanggis (Kec.Cimanggis)	0,154
4	Bumi Cimanggis Indah (Kec. Cimanggis)	0,166
5	Gas Alam	0,154
6	Radar Auri (Cibubur)	0,143
7	Cibubur	0,250

Nilai Ks setiap titik, merupakan nilai hasil perhitungan dari persamaan $K_s = V_s/H$. Dapat dilihat pada tabel nilai Ks atau pengendapan beban pencemar diatas ini bahwa nilai terbesar terdapat pada titik 7 di Cibubur, yaitu sebesar 0,250. Kemudian nilai yang terendah terdapat pada titik 1 di Situ Jatijajar, yaitu sebesar 0,118, dari nilai Ka tersebut dapat diartikan bahwa nilai koefisien pengendapan beban pencemar di Sungai Cipinang dipengaruhi oleh kecepatan pengendapan dan kedalaman setiap ruas sungai. Semakin besar kedalaman, maka semakin rendah nilai Ka. Sedangkan semakin tinggi kecepatan pengendapan partikel maka semakin tinggi juga BOD.

Tabel 8. Nilai Koefisien Reaerasi (Ka)

No	Titik Sampling	Nilai Ka/hari
1	Situ Jatijajar Depok (Hulu Sungai Cipinang)	4,586
2	Perumahan Jatijajar Estate	5,682
3	Jl. Raya Nangka-Cimanggis (Kec.Cimanggis)	3,639
4	Bumi Cimanggis Indah (Kec. Cimanggis)	9,781
5	Gas Alam	4,204
6	Radar Auri (Cibubur)	3,939
7	Cibubur	2,531

Dapat dilihat pada tabel nilai Ka atau pengendapan beban pencemar diatas bahwa nilai terbesar terdapat pada titik 4 yang berlokasi pada Bumi Cimanggis

Indah, sebesar 9,781. Kemudian nilai yang terendah terdapat pada titik 7 berlokasi pada daerah Cibubur yaitu sebesar 2,531, ini dapat diartikan bahwa nilai konsentrasi reaerasi oksigen yang tinggi menunjukkan bahwa proses reaerasi berjalan dengan baik di dalam perairan. Nilai Ka dipengaruhi dari kombinasi antara nilai kecepatan (V) dan kedalaman air (H), jadi semakin deras dan dangkal suatu perairan semakin besar angka konstanta reaerasi (Ka).

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Ditinjau dari sebaran konsentrasi DO dan BOD di lapangan, dapat disimpulkan bahwa DO 2,5 mg/l sampai dengan 3,4 mg/l. BOD 16,6 mg/l sampai dengan 60,3 mg/l.
2. Nilai Kd di perairan Sungai Cipinang berkisar antara 0,998 sampai dengan 1,000.
3. Ks di perairan Sungai Cipinang berkisar antara 0,250 sampai dengan 0,118.
4. Ka di perairan Sungai Cipinang berkisar antara 2,531 sampai dengan 9,781

Saran

Setelah melakukan penelitian terhadap kualitas Sungai Cipinang bagian hulu dapat disarankan sebagai berikut :

1. Melakukan pemantauan terhadap kualitas air secara berkala untuk mendapatkan data yang berkesinambungan
2. Pengawasan secara ketat terhadap buangan limbah industri dan buangan liar dari tata guna lahan penduduk oleh pemerintah setempat.
3. Perlunya peran serta dari masyarakat dalam upaya peningkatan kualitas air sungai.
4. Sebaiknya dilakukan pengukuran beban limbah yang bersifat terpusat pada penelitian selanjutnya untuk mengetahui daya tampung beban pencemar di Sungai Cipinang bagian Hulu sebagai upaya pengendalian pencemaran.

Daftar Acuan

- [1]. Alaerts, G dan SN. Simestri Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [2]. Biro Pusat Statistik, Data Penduduk dan Data Industri pada Kecamatan Cibinong, Kecamatan Depok, Kecamatan Pasar Rebo, Jakarta Timur. 2008.
- [3]. Chapra, S. 1997. *Surface Water Quality Modeling*. New York : McGraw Hill Publication.
- [4]. Darsono, Valentinus, Pengantar Ilmu Lingkungan, Penerbit Universitas Atmajaya, Yogyakarta, (1993)

- [5]. Davis, M.L. and Cornwell, D.A.1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second Edition. Mc-Graw-Hill, Inc., New York. 822 p.
- [6]. Eckenfelder, Weasley. 1991. *Principles of Water Quality Management*. Boston CBI Pub. Co.
- [7]. Effendi, Hefni. (2003) *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius.
- [8]. Fardiaz, S. (1992), *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta
- [9]. Haeruman, Hendrawan dan Fachrul. 2007. *Pengelolaan Kualitas Lingkungan*. Diktat Kuliah. Teknik Lingkungan. Universitas Trisakti
- [10]. Indarto. (2010), *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*.
- [11]. Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [12]. Kementerian Lingkungan Hidup No. 110 tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air.
- [13]. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Khusus Ibukota Jakarta No. 582 tahun 1995 tentang Peruntukkan dan Baku Mutu Air Sungai atau Badan Air serta Baku Mutu Limbah Cair di Wilayah DKI Jakarta.
- [14]. Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering treatment, disposal and rinse*. Third Edition. New York : McGraw Hill Inc.
- [15]. Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunder Com. Philadelphia 125 pp.
- [16]. Pandia, S. Husin, A. Masyithah, Z. 1995. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: Direktorat
- [17]. Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- [18]. Pergamon Press, Oxford. 251 p.
- [19]. Prawito, Ruslan H, *Ekologi Lingkungan Pencemaran*, Satya Wacana, Semarang, (1988)
- [20]. Ryadi, S. "Pencemaran Air Dasar-dasar dan pokok-pokok penanggulangannya di Surabaya 1984
- [21]. Sastrawijaya, A. Tresna. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [22]. Tebbut, T.H.Y. 1992. *Principles of water Quality*. Fourth edition.
- [23]. Thomman, R.V. (1987). *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. New York : Harper and Row.
- [24]. Tim Dosen. 2007. *Penuntun Praktikum Laboratorium Lingkungan I* Jakarta: Teknik Lingkungan Trisakti.